

по выбору рациональных параметров механизма ложной крутки, которая подтвердила эффективность выполненных разработок по получению витого изделия с более высокими качественными показателями в сравнении с требованиями технического стандарта.

1. Бидерман В.Л., Гуслицер Р.Л., Захаров С.П., Ненахов Б.В., Сагезнев И.И., Цукерберг С.М. Автомобильные шины. – М.: Гос. науч.-техн. изд-во хим. лит-ры, 1963. – 383 с.

2. Кнороз В.И. Работа автомобильной шины. – М.: Транспорт, 1975. – 236 с.

3. Алексеев Ю.Г., Кувалдин Н.А. Металлокорд для автомобильных шин. – М.: Металлургия, 1992 – 192 с.

4. Миренский И.Г., Алексеев Ю.Г., Калоша Г.А. Применение преформаторов на опорах качения при производстве металлокорда // Сталь. – 1993. – №2. – С 65-68.

Получено 12.09.2002

УДК 656.212.5 001.24

Т.В.БУТЬКО, д-р техн. наук, М.І.ДАНЬКО, канд. техн. наук,

Г.М.СІКОНЕНКО

Українська державна академія залізничного транспорту, м.Харків

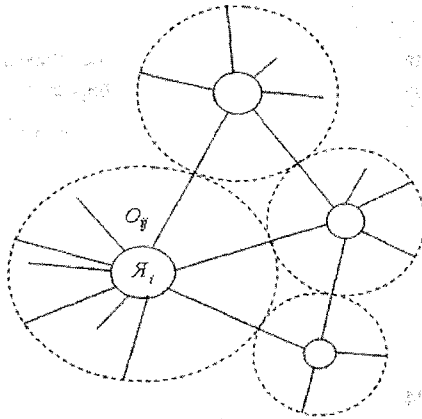
ДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ КІЛЬКОСТІ СОРТУВАЛЬНИХ СТАНЦІЙ

Наведена модель визначення оптимальної кількості сортувальних станцій на основі фізичної моделі залізниць, що представляє сукупність молекул-елементів, величина яких визначається на основі теорії нечітких множин.

Одним з основних завдань програми реструктуризації залізничного транспорту України є впровадження заходів щодо забезпечення підвищення ефективності роботи залізничних підрозділів на основі ресурсозберігаючих та інформаційних технологій з розробкою раціональної структури залізничної мережі, включаючи формування схеми розміщення на ній сортувальних станцій [1].

У концепції та програмі реструктуризації залізничного транспорту України [1, додаток 3] виконано техніко-економічне порівняння трьох варіантів організації сортувальної роботи на мережі при 54, 24, 7 опорних сортувальних станцій, але наукове обґрунтування вибору саме такої структури мережі відсутнє. Для вирішення таких багатопланових завдань необхідно використовувати методи системного аналізу з розробкою комплексу науково обґрунтованих методик.

Слід зазначити, що при дослідженні такої складної системи, як сортувальна станція, її можна представляти різними способами; найбільш часто таку систему розглядають як систему масового обслуговування. Авторами пропонується подати цю систему у вигляді фізичної моделі, графічне зображення якої наведено на рисунку.



Фізична модель мережі залізниць

Згідно з моделлю залізнична мережа являє собою сукупність молекул-елементів $S_i \in S$, $i = \overline{1, m}$, що складаються з ядра $Я_i$ – сортувальної станції та оболонки O_{ij} , $i = \overline{1, w_i}$ – сегменту мережі, на якому сортувальну роботу виконує відповідне ядро $Я_i$. Величина оболонки залежить від розмірів ядра (потужності сортувальної станції) і „міжмолекулярних зв’язків” – розмірів молекул, що безпосередньо її оточують; приведених експлуатаційних витрат на перевезення вантажів при даних розмірах оболонки.

У даний час при визначенні полігону, який обслуговує сортувальна станція з обробки вагонопотоку, математичні методи не використовують.

Оцінити належність струменя вагонопотоку на попередньому етапі можна на підставі теорії нечітких множин. Цей метод дозволяє дати строге математичне описання нечітких тверджень, реалізуючи механізм подолання приблизних тверджень людини для формалізації і структурування задачі при виконанні розрахунків на ЕОМ [2].

Формалізація нечіткості полягає в наступному: нечітка множина утворюється шляхом введення узагальненого поняття належності, тобто розширюється двозначність множини значень 0 чи 1 до континууму $[0; 1]$.

Нечітка множина по відношенню до сортувальних станцій має вигляд

$$Y_i = \{(n_j, \mu_{Y_i}(n_j))\} \quad (1)$$

і визначається математично як сукупність упорядкованих пар, складених з елементів n_j універсальної множини N та відповідному ступеню належності $\mu_{Y_i}(n_j)$.

Для сортувальної станції Y_1

$$Y_1 = 0,2|n_1 + 0,75|n_2 + 1|n_3 + 0,85|n_4,$$

тобто саме сортувальна станція Y_1 , а не інша буде переробляти вагонопотік n_1 з імовірністю 0,2; $n_2 - 0,75$; $n_3 - 1$; $n_4 - 0,8$.

Ступінь належності на попередньому етапі визначається за допомогою експертної оцінки.

На основі фізичної моделі мережі залізниць авторами пропонується визначити оптимальну кількість та раціональну схему їх розташування за допомогою моделі нелінійного цілочисельного програмування.

При застосуванні методу цілочисельного програмування для визначення оптимальної кількості сортувальних станцій на мережі залізниць змінна величина приймає тільки два значення: 1 – станція бере участь у сортувальній роботі, 0 – станцію можна не використовувати.

Формально модель для визначення оптимальної кількості станцій та раціональної схеми їх розташування можна подати у вигляді [3]

$$\sum_{k=1}^N \sum_{j=1}^{m_k} (c_{jk} x_{jk} + c'_{jk}) \Rightarrow \min \quad (2)$$

при таких обмеженнях:

$$\sum_{k=1}^N \sum_{j=1}^{m_k} a_{jk} x_{jk} \geq b^k; \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^{m_k} x_{jk} \leq 1, \quad k = \overline{1, N}; \quad (4)$$

$$x_{jk} = \begin{cases} 0 \\ 1 \end{cases}, \quad j = \overline{1, m_k}, \quad k = \overline{1, N}, \quad (5)$$

де k – номер станції; j – номер варіанта реконструкції (або закриття); a_{jk} – переробна спроможність k -ї станції; b^k – обсяги перевер-

зень, які необхідно забезпечити k -й станції; c_{jk} – приведені витрати, що відповідають j -му варіанту розвитку k -тої станції; c'_{jk} – додаткові експлуатаційні витрати, пов'язані з перенесенням обробки частини поїздів на інші станції; x_{jk} – станція, $x_{jk}=1$ означає, що для k -тої станції обрано j -й варіант розвитку; N – кількість сортувальних станцій; m_k – кількість можливих варіантів розвитку k -ї станції.

При визначенні витрат на необхідне технічне обладнання станції та експлуатаційні витрати на переробку вагонопотоку на кожній сортувальній станції доцільно розглядати процес переробки вагонопотоку у вигляді лінії обробки з несинхронізованою переробкою.

Відсутність синхронізації технологічних процесів на станції означає, що тривалість виконання операцій технологічного процесу різна і не кратна ритму роботи технологічної лінії. Унаслідок цього є розходження по завантаженню робітників, що призводить до виникнення міжопераційних інтервалів. У зв'язку з цим при зміні обсягів роботи, пов'язаний із скороченням кількості станцій, треба розрахувати потрібний колійний розвиток, кількість маневрових локомотивів, штат станції тощо.

Ритм лінії обробки визначається за формулою [4]

$$\Delta t = T / A, \quad (6)$$

де T – тривалість робочої зміни; A – виконана робота.

Потрібна кількість робітників для виконання кожної технологічної операції визначається як

$$P_i = \frac{t_i A}{T} = \frac{t_i}{\Delta t} \quad (i = 1, 2, \dots, m), \quad (7)$$

де P_i – кількість робочих місць на i -й операції; t_i – час на виконання i -ї операції; m – кількість операцій технологічного процесу.

Враховуючи ці фактори, витрати на обробку вагону

$$B = E_n K_n + C, \quad (8)$$

де E_n – нормативний коефіцієнт окупності капітальних вкладень; K_n – питомі капітальні витрати, пов'язані з можливим переобладнанням станції; C – витрати на обробку одного вагону, включаючи витрати, безпосередньо зв'язані з обробкою, і витрати на міжопераційні інтервали.

У загальному вигляді величину K_n пропонується визначати за формулою

$$K_n = \frac{1}{N} \left[\sum_{i=1}^m (O_i + S_i) \cdot Y_i + \sum_{i=1}^{m-1} G_{i+1} \right], \quad (9)$$

де N – кількість оброблених вагонів; O_i – вартість одиниці обладнання, яке застосовується при виконанні i -ї операції; S_i – вартість споруд та механізмів для виконання i -ї операції; G_i – вартість засобів, омертвлених в міжопераційних інтервалах, після виконання $(i-1)$ -ї операції; Y_i – кількість одиниць обладнання або споруд; i – номер операції технологічного процесу.

Витрати на обробку одного вагону C включають витрати, безпосередньо зв'язані з його обробкою, і витрати на міжопераційні інтервали:

$$C = \sum_{i=1}^m x_i + \sum_{i=1}^{m-1} x_{i+1}^{(1)}, \quad (10)$$

де x_i – витрати на обробку вагону на i -й операції; $x_{i+1}^{(1)}$ – витрати на знаходження вагону в міжопераційних інтервалах після виконання i -ї операції.

Таким чином, формула (8) має вигляд

$$B = \sum_i^m x_i + \frac{K_n}{N^{(1)}} \sum_{i=2}^m \left(C + \sum_{x=1}^{i-1} x_x \right) \cdot \int_0^A u_i dt, \quad (11)$$

де $N^{(1)}$ – кількість вагонів, що обробляються на лінії обробки за зміну; $u_i(t)$ – кількість вагонів, що чекають виконання наступної технологічної операції після виконання $(i-1)$ -ї операції у момент часу t , якщо початок відліку часу співпадає з початком робочої зміни.

Розроблені моделі разом з методикою оцінки технічного рівня і експлуатаційної ефективності роботи сортувальних станцій є основою для складення більш детальної моделі цілочисельного нелінійного програмування, що дозволить визначити оптимальну кількість сортувальних станцій і раціональне їх розташування на мережі залізниць України

1. Концепція та програма реструктуризації на залізничному транспорті України. – К., 1998. – 367 с.

2. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта

/ Под ред. Поспелова Д.А. – М: Наука, 1986. – 311 с.

3. Бутько Т.В., Рустамов Р.Ш., Сіконенко Г.М. Оцінка технічного рівня і експлуатаційної ефективності функціонування сортувальних станцій. Рукопис.

4. Щукин В.Н., Архипенков С.М. Экономико-математические модели производственной структуры предприятия. – М: Экономика, 1973. – 151 с.

Отримано 25.09.2002

УДК 629.421.067.4

В.Е.ГАЙДУКОВ, канд. техн. наук, А.Н.ЗАДОРЖНЫЙ, М.Д.ПАПУГА
Харьковская государственная академия городского хозяйства

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ТЯГИ И ТОРМОЖЕНИЯ ПОДВИЖНОЙ ЕДИНИЦЫ

Предложена структура построения комплексного устройства повышения качества тяги и торможения транспортной подвижной единицы.

Как показано в работе [1], коэффициент сцепления абсолютно чистых колес и рельсов приближается к 0,8. В эксплуатационных условиях за счет загрязнения поверхности катания эта величина снижается до 0,17-0,19, которую принято считать расчетной. Эмпирические формулы дают возможность определить предельные силы тяги по сцеплению для каждого вида подвижной единицы.

Тяговые свойства подвижной единицы в зоне трогания и низких скоростей движения ограничены сцеплением колеса с рельсом, как это изображено на рис.1 сплошными линиями. Сопоставление сил сцепления с тяговыми показывает нали-

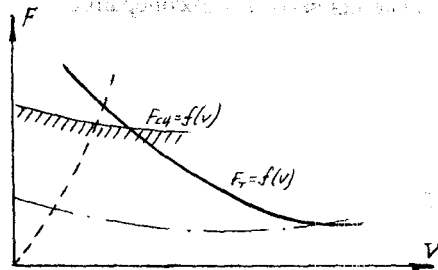


Рис.1 – Зависимости сил тяги от скорости движения

чие запаса по тяге, реализовать который не позволяют силы сцепления.

Увеличить предельную силу тяги и ускорение состава при трогании можно смещением вверх ограничения по сцеплению, т.е. в этом скоростном диапазоне желательна очистка поверхности рельсов от загрязняющих пленок.

При работе подвижной единицы в зоне гиперболической части тяговой характеристики также имеют место боксования колесных пар. Их причины имеют двоякий характер. С одной стороны это склонность к боксованию подвижной единицы, а с другой — ухудшение ад-